

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão:	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32780		
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	2/19
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024700-R-1RT007	01

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	OBJETIVO	4
2.0	INTRODUÇÃO	4
3.0	NORMAS E PROGRAMAS ELETRÔNICOS	5
4.0	DISTRITO DE POVOAÇÃO	5
5.0	CRITÉRIOS E PARÂMETROS ADOTADOS	7
6.0	ESTUDO DE DEMANDA	12
7.0	CONCLUSÃO	17
8.0	REFERÊNCIAS	19

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão:	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32780		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	PÁGINA 3/19	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024700-R-1RT007	REV. 01	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização distrito de Povoação	6
Figura 2 - Formulação e características dos métodos de projeção populacional	8
Figura 3 - Curvas de projeção populacional	10

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados censitários - Povoação	8
Tabela 2 - Resultados da projeção populacional	9
Tabela 3 - Estimativa da demanda de água de Povoação	15

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão:	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32780		
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	4/19
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024700-R-1RT007	01

1.0 OBJETIVO

Este documento tem como objetivo apresentar à Fundação Renova e ao SAAE de Linhares o estudo de demanda do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) do distrito de Povoação, localizado no município de Linhares - ES. No referido documento são apresentados os critérios e parâmetros adotados para realização do projeto, bem como o cálculo da vazão de produção do sistema.

2.0 INTRODUÇÃO

A Fundação Renova contratou a HIDROBR CONSULTORIA LTDA para a elaboração do *As Is* do Sistema de Abastecimento de Água do distrito de Povoação, localizado no município de Linhares – ES. Como parte integrante do contrato, é prevista a elaboração do estudo de demanda do SAA, apresentado no presente documento.

A elaboração do estudo se dá no âmbito do PG 32 da Fundação Renova (Melhoria do Sistema de Abastecimento de Água). Dentre os objetivos do PG 32, destaca-se a implementação de ações que reduzam a dependência do abastecimento direto do rio Doce nos municípios, cuja operação do sistema de abastecimento público ficou inviabilizada temporariamente por conta do rompimento da barragem de Fundão, ocorrida no dia 5 de novembro de 2015.

Todas as atividades desenvolvidas pela HIDROBR durante a realização do projeto seguiram as diretrizes estabelecidas pelas Normas Técnicas vigentes, bem como as premissas estabelecidas pela Fundação Renova.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão:	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	<p>Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)</p> <p style="text-align: center;">SE32780</p>		
<p>SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA</p>		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	5 / 19	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N024700-R-1RT007	01	

3.0 NORMAS E PROGRAMAS ELETRÔNICOS

3.1 NORMAS TÉCNICAS

Para a elaboração do presente documento, referente ao estudo de demanda de Povoação, foram utilizadas as seguintes normas técnicas:

- NBR 12.211/1992: Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água.

3.2 PROGRAMAS ELETRÔNICOS

Foram utilizados programas eletrônicos como ferramentas de auxílio para o cálculo da vazão de produção do sistema. Nesta etapa do trabalho foi utilizado o seguinte programa:

- EXCEL: Planilha eletrônica.

4.0 DISTRITO DE POVOAÇÃO

4.1 LOCALIZAÇÃO

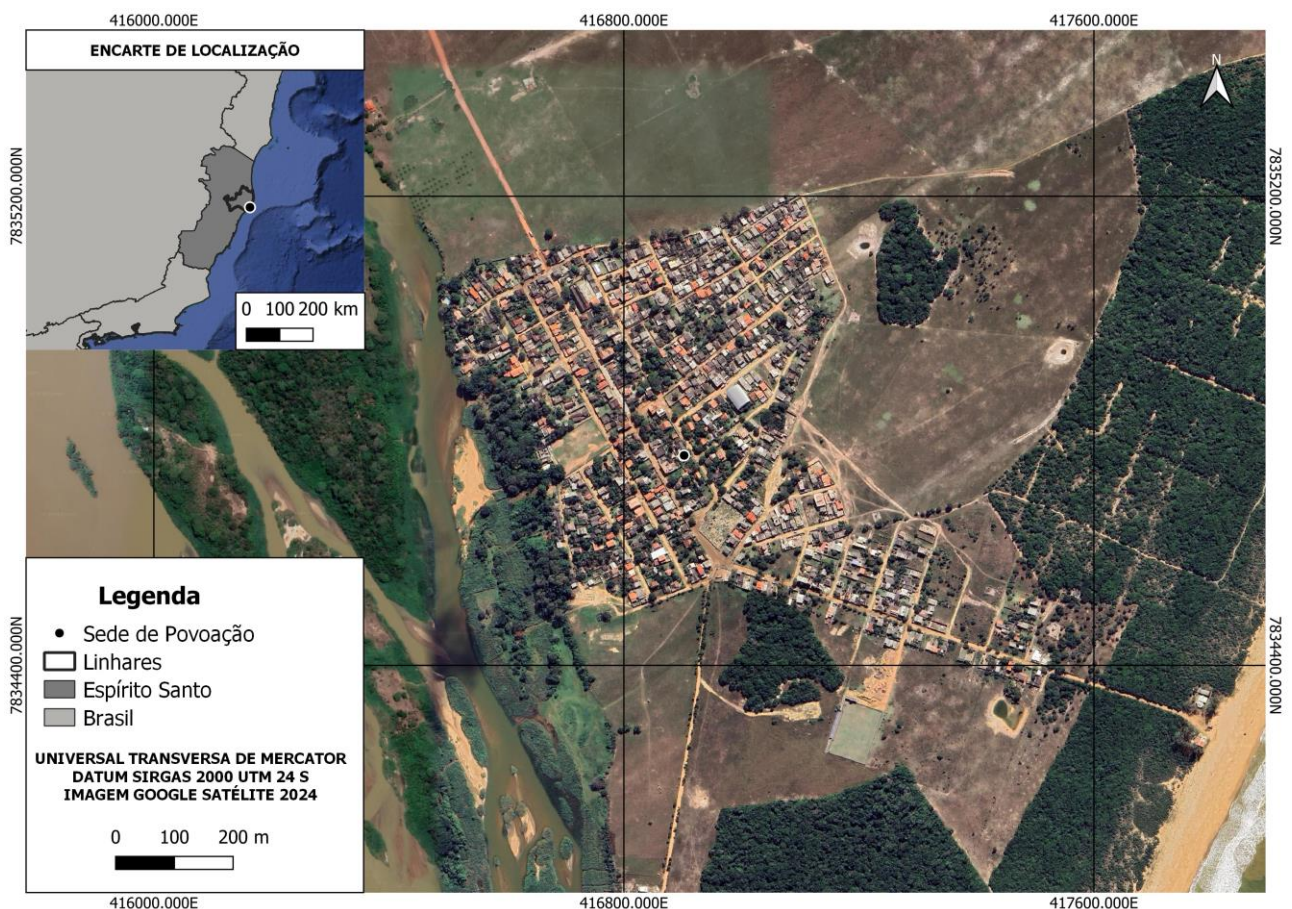
O município de Linhares está localizado no vale do rio Doce, na região leste do estado do Espírito Santo. O município possui área aproximada de 3.496 km² e a população total apurada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no censo 2022 foi de 166.786 habitantes.

O distrito de Povoação está localizado na região sudeste do município de Linhares, sendo cortado pelas rodovias estaduais ES-010 e ES-248. Ainda sobre o distrito, a população total apurada pelo IBGE no censo 2010 era de 3.247 habitantes, sendo 1.492 residentes da zona urbana e 1.755 residentes da zona rural. No censo de 2022 do IBGE, a população do distrito sofreu redução, sendo estimada em 3.111 habitantes.

A localização do município de Linhares, bem como a sede do distrito de Povoação, é visualizada na Figura 1.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão:	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32780		
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA			Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	PÁGINA 6 / 19
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024700-R-1RT007	REV. 01

Figura 1 - Localização distrito de Povoação



Fonte: HIDROBR, 2024

4.2 SISTEMA EXISTENTE

A Estação de Tratamento de Água de Povoação apresenta tecnologia de tratamento do tipo convencional composto pelas etapas de mistura rápida, coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. Atualmente, a água bruta é captada do lençol freático, através de dois poços, sendo um poço Amazonas e um poço tubular.

O poço I, do tipo Amazonas, está localizado no interior da área da ETA, atualmente operado com vazão de 10 L/s. Em contrapartida, o poço II, tubular, está localizado na parte externa da ETA, próximo à entrada da unidade, atualmente operado com vazão de 5 L/s. Ressalta-se ainda que, as elevatórias de água bruta dos poços mencionados funcionam de maneira automatizada, a depender do nível d'água existente no tanque de contato.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão:	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32780		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	PÁGINA 7/19	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024700-R-1RT007	REV. 01	

De acordo com informações disponibilizadas pelo prestador, por meio do OFÍCIO SAAE-LIN Nº 000257/2024/DG, a ETA de Povoação é operada diariamente, em regime intermitente de 8 horas por dia e vazão de produção atual de 11 L/s.

Construída em concreto armado, a ETA apresenta capacidade nominal de 20 L/s, sendo composta por unidade de mistura rápida hidráulica tipo Calha Parshall de 3”, floculador hidráulico do tipo alabama modificado com 13 câmaras em série, um decantador lamelar, dois filtros de areia descendentes além de um tanque de contato de 30 m³, onde ocorre a cloração e a fluoretação. Além disso, a área da ETA conta ainda com uma casa de química, um depósito e um laboratório com banheiro e escritório.

A água tratada é bombeada diretamente do tanque de contato para o reservatório elevado de 100m³, volante de distribuição para o distrito de Povoação.

5.0 CRITÉRIOS E PARÂMETROS ADOTADOS

Os critérios e parâmetros adotados para a realização do estudo de demanda de Povoação são apresentados a seguir.

5.1 ALCANCE DE PROJETO

A população de projeto, atendida pelo sistema de distribuição de água, está diretamente relacionada a definição do alcance de projeto. Para o estudo de demanda do distrito de Povoação foi considerado um horizonte de projeto de 20 anos, sendo:

- 2025: Ano de Início de Plano
- 2045: Ano de Fim de Plano

5.2 DADOS CENSITÁRIOS E POPULAÇÃO ATENDIDA

Conforme mencionado no item 4.1, a população total de Povoação apurada pelo IBGE no censo de 2010 era de 3.247 habitantes, sendo 1.492 residentes da zona urbana e 1.755 residentes da zona rural. No censo de 2022 a população total do distrito sofreu redução, sendo estimada em 3.111 habitantes.

Os dados censitários do distrito de Povoação mencionados são apresentados na Tabela 1.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão:	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32780		
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA			Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	PÁGINA 8/19
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024700-R-1RT007	REV. 01

Tabela 1 - Dados censitários - Povoação

Ano de referência	2010	2022
Total	3.247	3.111
Urbana	1.492	1.867 ¹
Rural	1.755	1.244 ¹

Nota1: População estimada pelo Censo IBGE.

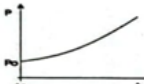
Fonte: IBGE (adaptado), 2024

5.3 PROJEÇÃO POPULACIONAL

Dentre os principais métodos matemáticos utilizados para estimar as populações e suas projeções estão o crescimento aritmético e o crescimento geométrico (VON SPERLING, 1996).

A figura a seguir apresenta as principais características e premissas desses modelos, bem como suas respectivas formulações matemáticas.

Figura 2 - Formulação e características dos métodos de projeção populacional

Método	Descrição	Forma da curva	Taxa de crescimento	Equação da projeção	Coefficientes (se não for efetuada análise da regressão)
Projeção aritmética	Crescimento populacional segundo uma taxa constante. Método utilizado para estimativas de menor prazo. O ajuste da curva pode ser também feito por análise da regressão.		$\frac{dP}{dt} = K_a$	$P_t = P_0 + K_a \cdot (t - t_0)$	$K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0}$
Projeção geométrica	Crescimento populacional em função da população existente a cada instante. Utilizado para estimativas de menor prazo. O ajuste da curva pode ser também feito por análise da regressão		$\frac{dP}{dt} = K_g \cdot P$	$P_t = P_0 \cdot e^{K_g \cdot (t - t_0)}$ ou $P_t = P_0 \cdot (1 + i)^{(t - t_0)}$	$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0}$ ou $i = e^{K_g} - 1$

Fonte: adaptado parcialmente de QASIM (1985)

- dP/dt = taxa de crescimento da população em função do tempo

- P_0 e P_2 = Populações nos tempos t_0 e t_2

- P_t = população estimada no tempo t (hab)

- K_a ; K_g = coeficientes (a obtenção dos coeficientes pela análise da regressão é preferível, já que se pode utilizar toda a série de dados existentes, e não apenas P_0 , P_1 e P_2)

Fonte: HELLER E PÁDUA (adaptado), 2010

Ressalta-se que para o desenvolvimento do presente projeto foram avaliadas apenas as curvas mais representativas da população, referentes as projeções aritmética e geométrica. Os resultados das projeções populacionais do distrito de Povoação são apresentados na Tabela 2.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão:	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32780	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	9/19
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024700-R-1RT007	01

Tabela 2 - Resultados da projeção populacional

ANO	PROJEÇÃO ARITMÉTICA	PROJEÇÃO GEOMÉTRICA
2010	1.492	1.492
2011	1.524	1.521
2012	1.555	1.549
2013	1.586	1.579
2014	1.617	1.608
2015	1.649	1.639
2016	1.680	1.670
2017	1.711	1.701
2018	1.742	1.733
2019	1.774	1.766
2020	1.805	1.799
2021	1.836	1.833
2022	1.867	1.867
2023	1.899	1.903
2024	1.930	1.939
2025	1.961	1.975
2026	1.992	2.012
2027	2.024	2.050
2028	2.055	2.089
2029	2.086	2.128
2030	2.117	2.169
2031	2.149	2.209
2032	2.180	2.251
2033	2.211	2.294
2034	2.242	2.337
2035	2.274	2.381
2036	2.305	2.426
2037	2.336	2.471
2038	2.367	2.518
2039	2.399	2.566
2040	2.430	2.614
2041	2.461	2.663
2042	2.492	2.713
2043	2.524	2.765

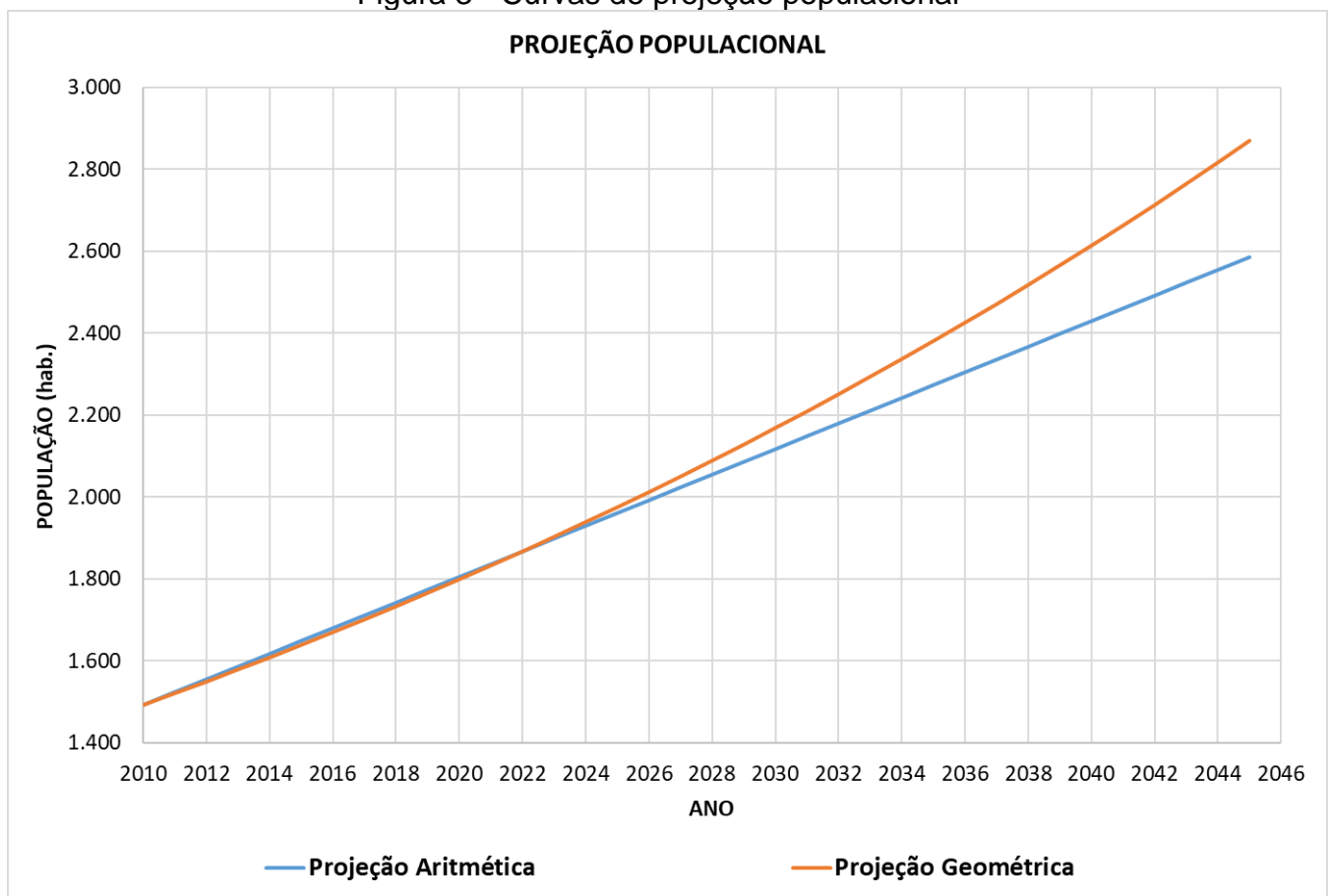
Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão:	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32780		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	PÁGINA 10/19	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024700-R-1RT007	REV. 01	

ANO	PROJEÇÃO ARITMÉTICA	PROJEÇÃO GEOMÉTRICA
2044	2.555	2.817
2045	2.586	2.870

Fonte: HIDROBR (2024)

A Figura 3 apresenta as curvas das projeções realizadas para obtenção da população total de 2045.

Figura 3 - Curvas de projeção populacional



Fonte: HIDROBR (2024)

Analisando os dados apresentados, nota-se que a projeção geométrica apresenta valores estimados mais elevados que os valores estimados pela projeção aritmética. Dessa forma, a projeção aritmética é a que se adequa à situação atual e que conduz a valores estimados futuros mais próximos do observado, sendo assim adotada para realização do presente projeto.

Código do Anexo:	FM-ENG-001		
Código do Documento:	PG-ENG-001		
Nº da revisão:	02		
Elaborador:	Fernando de Abreu		
Aprovador:	Carlos Martini		
Data da aprovação:	11/01/2024		
Periodicidade da revisão:	Bienal		
Classificação:	Público	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA	
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32780	
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	PÁGINA 11/19
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024700-R-1RT007	REV. 01

5.4 ÍNDICE DE PERDAS

O índice de perdas representa uma significativa parcela da demanda de água em um sistema de abastecimento, referente a relação entre a quantidade de água efetivamente produzida e a água total entregue nas ligações domiciliares.

Para a definição do índice de perdas do sistema de distribuição de Povoação foram utilizados os dados fornecidos pelo SAAE Linhares. Dessa forma, para o ano de início de plano foi adotado o valor de 38,0%, próximo ao índice de perdas de distribuição estimado e indicado no Ofício SAAE-LIN Nº 000257/2024/DG.

Ressalta-se ainda que, foi realizada uma redução gradual do índice de perdas indicado, de modo a atingir um valor de 29% no ano de fim de plano. Essa redução foi proposta como incentivo ao prestador para buscar ações que reduzam as perdas no sistema e para atingir a meta estabelecida pelo Plano Nacional de Saneamento Básico, PLANSAB (2019).

5.5 CONSUMO EFETIVO PER CAPITA

Para a realização do estudo de demanda, foi determinado um consumo efetivo *per capita* de 88,6 L/hab.dia para a situação atual do distrito. O valor mencionado foi estimado a partir do volume micromedido informado pelo SAAE Linhares no Ofício SAAE-LIN Nº 000257/2024/DG, igual a 5.130 m³/mês e pela população obtida pela projeção aritmética para o ano de 2024, igual a 1.930 habitantes.

Dessa forma, buscando representar a característica de consumo existente no distrito, para o cálculo da demanda do sistema de abastecimento de água de Povoação, foi adotado um consumo efetivo de 90 L/hab.dia.

5.6 CONSUMO E TEMPO DE OPERAÇÃO DO SISTEMA

A operação da ETA implica consumos que devem ser previstos durante o cálculo das vazões de produção.

Dessa forma, visando contabilizar o consumo de água da ETA destinada para lavagem de filtros, atividades da casa de química, como o preparo de soluções, além da lavagem de outras unidades do sistema foi considerado um consumo de água pela ETA de 3%, valor entre 1 e 5% citado na literatura.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão:	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público			
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			SE32780	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	12/19
Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.			
N024700-R-1RT007	01			

Além disso, para a realização do presente estudo, foi considerado um tempo de funcionamento da ETA de 8 horas por dia, conforme indicado no ofício SAAE-LIN Nº 000257/2024/DG.

5.7 COEFICIENTES K1 E K2

O coeficiente do dia de maior consumo (k_1) consiste na razão entre o maior consumo diário verificado em um ano e o consumo médio diário no mesmo ano. Em contrapartida, o coeficiente da hora de maior consumo (k_2) é a razão entre a máxima vazão horária e a vazão média diária do dia de maior consumo.

Para a realização do presente estudo, haja vista a ausência de dados locais, foram utilizados os valores de coeficientes preconizados pela norma ABNT 12.218/2017. Os valores adotados são apresentados a seguir.

- Coeficiente do dia de maior consumo: $k_1 = 1,2$
- Coeficiente da hora de maior consumo: $k_2 = 1,5$

6.0 ESTUDO DE DEMANDA

Os cálculos realizados para a estimativa da vazão de produção do distrito de Povoação são apresentados a seguir.

6.1 CONSUMO PER CAPITA DO SISTEMA

Para o cálculo da demanda de água por dia, considera-se a quota per capita (QPC), a quota per capita efetiva e o índice de perdas do sistema (I), conforme a equação:

$$QPC = \frac{QPC_{EFETIVO}}{1 - I}$$

Onde:

QPC = Consumo *per capita* (L/hab.dia);

QPC_{EFETIVO} = Consumo médio efetivo per capita (L/hab.dia);

I = Índice de perdas do sistema (%)

Ressalta-se ainda que, foram adotados os valores para a quota per capita efetiva de água de 90,0 L/hab.dia e para o índice de perdas de 38%. Dessa forma, foi obtida uma QPC do sistema, para início de plano, igual a **145,2 L/hab.dia**.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão:	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32780		
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	13/19
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			N024700-R-1RT007	01

Entretanto, visando o controle e combate de perdas, bem como ao alcance das metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), foi adotado, para fim de projeto, o índice de perdas igual a 29%. Com isso, obteve-se uma QPC do sistema, para fim de plano, igual a **126,8 L/hab.dia**.

6.2 VAZÃO MÉDIA

Considerando o consumo *per capita* estimado e a projeção da população do distrito de Povoação para o alcance de projeto definido, foi calculada a vazão média do sistema a partir da equação apresentada a seguir:

$$Q_{méd} = \frac{P \times QPC}{86400}$$

Onde:

$Q_{méd}$ = Vazão média (L/s);

P = População (hab);

QPC = Consumo *per capita* (L/hab.dia)

6.3 VAZÃO DO DIA DE MAIOR CONSUMO

Para o cálculo da vazão do dia de maior consumo (DMC) foi utilizada a equação apresentada a seguir:

$$Q_{DMC} = Q_{méd} \times k_1$$

Onde:

Q_{DMC} = Vazão do dia de maior consumo (L/s);

$Q_{méd}$ = Vazão média (L/s);

k_1 = Coeficiente do dia de maior consumo

6.4 VAZÃO DA HORA DE MAIOR CONSUMO

Para o cálculo da vazão da hora de maior consumo (HMC) foi utilizada a equação apresentada a seguir:

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão:	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32780		
		Nº CONTRATADA HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	PÁGINA 14/19	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA N024700-R-1RT007	REV. 01	

$$Q_{HMC} = Q_{méd} \times k_2$$

Onde:

Q_{HMC} = Vazão da hora de maior consumo (L/s);

$Q_{méd}$ = Vazão média (L/s);

K_2 = Coeficiente da hora de maior consumo

6.5 VAZÃO DE PRODUÇÃO

Após a obtenção das vazões de consumo foi possível estimar a vazão de produção do sistema necessária para o atendimento total da população. A equação utilizada no referido cálculo é apresentada a seguir.

$$Q_{PROD} = \frac{Q_{DMC} \times 24}{t} \times \left(1 + \frac{q_{ETA}}{100}\right)$$

Onde:

Q_{PROD} = Vazão de produção (L/s);

Q_{DMC} = Vazão do dia de maior consumo (L/s);

t = Tempo de funcionamento da ETA (h);

q_{ETA} = Consumo de água na ETA (%)

6.6 RESULTADOS

Os resultados obtidos durante a realização do estudo de demanda são apresentados na Tabela 3.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32780		
SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA			Nº CONTRATADA N024700-R-1RT007	PÁGINA 15/19
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	REV. 01

Tabela 3 - Estimativa da demanda de água de Povoação

Ano	Período	População (hab)	Índice de Abastecimento (%)	População Abastecida (hab)	Índice de Perdas (%)	Consumo médio efetivo per capita (L/hab . Dia)	Consumo médio per capita do sistema (L/hab . Dia)	Vazões consumidas					DMC Unidade de Produção (L/s)
								Média		DMC (L/s)	Produção t= h; q _{sistema} =% (L/s)	HMC (L/s)	
								(m³/dia)	(L/s)				
2024	0	1930	100%	1930	38,00	88,6	142,9	275,8	3,2	3,83	11,85	4,79	15,00
2025	0	1961	100%	1961	38,00	90,0	145,2	284,7	3,3	3,95	12,23	4,94	15,00
2026	1	1992	100%	1992	38,00	90,0	145,2	289,2	3,3	4,02	12,42	5,02	15,00
2027	2	2024	100%	2024	37,00	90,0	142,9	289,1	3,3	4,02	12,42	5,02	15,00
2028	3	2055	100%	2055	37,00	90,0	142,9	293,6	3,4	4,08	12,61	5,10	15,00
2029	4	2086	100%	2086	37,00	90,0	142,9	298,0	3,4	4,14	12,80	5,17	15,00
2030	5	2117	100%	2117	36,00	90,0	140,6	297,7	3,4	4,13	12,79	5,17	15,00
2031	6	2149	100%	2149	36,00	90,0	140,6	302,2	3,5	4,20	12,98	5,25	15,00
2032	7	2180	100%	2180	36,00	90,0	140,6	306,6	3,5	4,26	13,17	5,32	15,00
2033	8	2211	100%	2211	35,00	90,0	138,5	306,1	3,5	4,25	13,15	5,31	15,00
2034	9	2242	100%	2242	35,00	90,0	138,5	310,4	3,6	4,31	13,33	5,39	15,00
2035	10	2274	100%	2274	35,00	90,0	138,5	314,9	3,6	4,37	13,52	5,47	15,00
2036	11	2305	100%	2305	34,00	90,0	136,4	314,3	3,6	4,37	13,50	5,46	15,00
2037	12	2336	100%	2336	34,00	90,0	136,4	318,5	3,7	4,42	13,68	5,53	15,00
2038	13	2367	100%	2367	33,00	90,0	134,3	318,0	3,7	4,42	13,66	5,52	15,00
2039	14	2399	100%	2399	33,00	90,0	134,3	322,3	3,7	4,48	13,84	5,59	15,00
2040	15	2430	100%	2430	32,00	90,0	132,4	321,6	3,7	4,47	13,82	5,58	15,00

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32780		
SOCIOAMBIENTAL 02 – PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA			Nº CONTRATADA N024700-R-1RT007	PÁGINA 16/19
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	REV. 01

Ano	Período	População (hab)	Índice de Abastecimento (%)	População Abastecida (hab)	Índice de Perdas (%)	Consumo médio efetivo per capita (L/hab . Dia)	Consumo médio per capita do sistema (L/hab . Dia)	Vazões consumidas					DMC
								Média		DMC	Produção t= h; q _{sistema} =%	HMC	Unidade de Produção
								(m³/dia)	(L/s)				
2041	16	2461	100%	2461	32,00	90,0	132,4	325,7	3,8	4,52	13,99	5,65	15,00
2042	17	2492	100%	2492	31,00	90,0	130,4	325,0	3,8	4,51	13,96	5,64	15,00
2043	18	2524	100%	2524	31,00	90,0	130,4	329,2	3,8	4,57	14,14	5,72	15,00
2044	19	2555	100%	2555	30,00	90,0	128,6	328,5	3,8	4,56	14,11	5,70	15,00
2045	20	2586	100%	2586	29,00	90,0	126,8	327,8	3,8	4,55	14,08	5,69	15,00

Nota: DMC – Dia de Maior Consumo; HMC – Hora de Maior Consumo

Fonte: HIDROBR (2024)



Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão:	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32780		
SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			N024700-R-1RT007	17/19
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	01

7.0 CONCLUSÃO

A partir dos critérios e parâmetros adotados no desenvolvimento do presente projeto foi estimada uma vazão de produção da ordem de 12 L/s, no ano de início de plano. Além disso, tendo em vista a gradativa redução do índice de perdas proposto para o sistema, atingindo 29% em 2045, foi estimada uma vazão de produção da ordem de 15 L/s no final do alcance de plano.

Nesse contexto, no que tange o gerenciamento de perdas proposto no presente projeto apresentam-se a seguir as principais ações/diretrizes para o combate de perdas, em consonância com as orientações da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES, 2015):

- **Cadastros técnicos e comerciais atualizados**, retratando fielmente a realidade do sistema de abastecimento de água;
- **100% de hidrometração**, visando fomentar a parcimônia no uso da água e a apuração dos volumes medidos, e posterior gerenciamento, incluindo a substituição daqueles hidrômetros envelhecidos ou inadequados (trocas preventivas), bem como a substituição daqueles quebrados (trocas corretivas);
- **Monitoramento das variações de consumos dos clientes**, com a identificação de potenciais irregularidades (como ligações clandestinas ou reativações de ligações inativas);
- **Adoção de equipamentos para gerenciamento de pressões em pontos estratégicos do sistema** (aumentando-as para atingir uma região mais alta, por exemplo), para se trabalhar em conformidade com as normas estabelecidas e devidamente estabilizadas;
- **Controle ativo de vazamentos**, isto é, a busca por identificar e reparar vazamentos não visíveis, passíveis de detecção por meio de métodos acústicos (como a utilização de geofones);
- **Atendimento telefônico 24h**, para recebimento das informações da população a respeito dos vazamentos visíveis;
- **Logística para ágil reparo dos vazamentos visíveis e não visíveis**, englobando capacitação da mão de obra e utilização de materiais e métodos adequados;

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão:	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32780		
		Nº CONTRATADA N024700-R-1RT007	PÁGINA 18/19	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	REV. 01	

- **Boa execução das implantações das tubulações** (prezando pela qualidade dos projetos, dos materiais e da mão de obra), com pronta substituição dessas quando o histórico de problemas assim justificar;
- **Capacitação de todos os técnicos** (incluindo os moradores envolvidos na operação das unidades remotas) e **do corpo gerencial** da empresa.

Por fim, ressalta-se que, conforme apresentado no item 4.2, a ETA de Povoação possui capacidade nominal de 20 L/s, suficiente para atender a demanda durante todo o alcance de projeto e não sendo necessária, portanto, nenhuma ampliação da unidade de produção.

Além disso, conforme mencionado, atualmente a captação da água bruta é realizada através de dois poços operados com vazões de 10 L/s e 5 L/s, totalizando uma vazão de captação de 15 L/s, suficiente para o atendimento à demanda futura.

Código do Anexo:	FM-ENG-001			
Código do Documento:	PG-ENG-001			
Nº da revisão:	02			
Elaborador:	Fernando de Abreu			
Aprovador:	Carlos Martini			
Data da aprovação:	11/01/2024			
Periodicidade da revisão:	Bienal			
Classificação:	Público	SOCIOAMBIENTAL 02– PG 32- MELHORIA SISTEMA ABASTECIMENTO ÁGUA POVOAÇÃO PROJETO CONCEITUAL - AS IS DA ETA DE POVOAÇÃO - SE 32780 RELATÓRIO TÉCNICO - ENGENHARIA SANITÁRIA ESTUDO DE DEMANDA		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) SE32780		
		Nº CONTRATADA N024700-R-1RT007	PÁGINA 19/19	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA HBR135-23-RENOVA-PT16-C-REL005	REV. 01	

8.0 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12.218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público**. Rio de Janeiro, 2017. 14 p.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010.